

Проблема обеспечения репрезентативности выборки при моделировании рыночной стоимости на региональном рынке недвижимости

В статье поднимается проблема отсутствия универсального адекватного метода достижения репрезентативности выборочной совокупности объектов недвижимости при моделировании их рыночной стоимости. В связи с этим целью работы является разработка методика, позволяющей на практике оценщикам создавать репрезентативную выборку объектов недвижимости для малоактивных рынков недвижимости в небольших городах и поселениях. На примере рынка земельных участков, предназначенных под индивидуальное жилое строительство, нескольких городов Краснодарского края исследуются особенности обеспечения репрезентативности, выявляются возможности и ограничения инструментов формирования представительной выборки.

Материалы и методы. При подготовке статьи автором был изучен опыт формирования репрезентативных выборок, накопленный российскими и зарубежными учеными, подробно рассмотрены теоретические и практические подходы к анализу качества генеральной совокупности рыночных объектов недвижимости. Апробация предложенной в статье методики проведена на примере рынка недвижимости городов Краснодар, Горячий Ключ, Армавир с использованием картографических данных, информации со специализированных порталов рынка недвижимости и из единого государственного реестра прав. Для достижения цели были использованы теоретические методы (сравнительный анализ, синтез, обобщение, аналогии) и моделирование.

Основным **результатом** работы является обоснованный метод радиальных кругов, который позволяет отбирать в выборочную совокупность такие объекты, которые по определенному существенному ценообразующему фактору в рассматриваемом населенном пункте структурно повторяют распределение всех объектов, зарегистрированных в едином государственном реестре недвижимости. Немаловажным является установление условий, при выполнении которых выборочная совокупность становится репрезентативной по ценообразующему фактору, связанному с локацией объекта. Отраженный в статье аналитический материал, этапы и методика отбора единиц в выборочную совокупность представляет большую ценность для исследователей в сфере недвижимости, аналитиков и экспертов, а также специалистов-практиков государственных бюджетных учреждений, занимающихся государственной кадастровой оценкой.

Заключение. Методика радиальных кругов в достижении репрезентативности выборочной совокупности может получить дальнейшее развитие и использоваться для других ценообразующих факторов при моделировании рыночной стоимости недвижимости.

Ключевые слова: рынок недвижимости, модель оценки, репрезентативность, объем генеральной совокупности, объем выборочной совокупности, ценообразующие факторы, радиальные круги.

Valentina N. Berdnikova

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

The Problem of Ensuring Representative Samples when Modeling the Market Value in the Regional Real Estate Market

The article describes the problem of the lack of a universal adequate method for achieving the representativeness of a sample of real estate objects when modeling their market value.

The purpose of the work is to develop a methodology for creating a representative sample of real estate objects. This method can be used by specialists when working with inactive real estate markets in small cities and settlements. On the example of the market of land plots for individual housing in several cities of the Krasnodar krai, the analysis of the features of ensuring representativeness is carried out. There are opportunities and limitations of various tools for forming a representative sample.

Materials and methods. When preparing the paper, the author studied the experience of forming representative samples accumulated by Russian and foreign scientists, considered in detail theoretical and practical approaches to analyzing the quality of the general set of market real estate objects. The methodology proposed in the article was tested on the example of the real estate market of the cities of Krasnodar, Goryachy Klyuch, Armavir. The author used cartographic data, information from specialized portals of the real estate market and from the unified state register of rights. To achieve

the objective, theoretical methods (comparative analysis, synthesis, generalization, analogy) and modelling were used.

The main result of the paper is a reasonable method of radial circles, which allows you to select high-quality objects in a sample. Such land plots according to a certain significant price-forming factor in the city under consideration structurally correspond to the plots registered in the unified state real estate register. It is important to establish the conditions under which the sample becomes representative of the pricing factor associated with the location of the object. The analytical material, stages and methods of selecting units in the sample presented in the article are of interest for the real estate researchers, analysts and experts, practitioners of state budgetary institutions engaged in state cadastral valuation.

Conclusion. The method of radial circles can be further developed and used for other price-forming factors when modeling the market value of real estate.

Keywords: real estate market, valuation model, representativeness, the volume of the general set, the volume of the sample, price-forming factors, radial circles.

Введение

Вопросам качественного регрессионного моделирования рыночной стоимости недвижимости уделяется много внимания в научных трудах отечественных и зарубежных ученых, однако проблема получения качественных оценок продолжает оставаться актуальной. Основными методами математического описания рынка недвижимости являются статистические, которые показывают достоверные результаты при стабильных экономических условиях и при активном товарообороте объектов. Таким условиям удовлетворяет сегмент жилья, земельных участков под индивидуальное жилищное строительство и в некоторых случаях коммерческая недвижимость.

Формализованные аналитические зависимости между рыночной стоимостью недвижимости и характеристиками объектов, требования к количеству ценообразующих факторов и точности результатов оценки являются предметом исследований С.В. Грибовского, Н.П. Барина, И.Н. Анисимовой, С.Г. Стерника, Н.П. Шерстянкиной, Н.А. Ярушкиной, Дж. К. Эккерта, Fallis G., Basu S., Thibodeau T.G., Isaac F. Megbolugbe и других ученых [1–8]. Однако в этих работах не затрагиваются или неглубоко рассматриваются аспекты качественного подбора рыночных данных для дальнейшего их использования в эконометрическом моделировании рыночной стоимости и ее прогнозирования, а в основном решается проблема достаточности (в количественном измерении) аналогов для построения оценочной модели.

Как правило, требуемый размер выборки устанавливается исходя из количества предикторов, влияющих на зависимую переменную, одна-

ко и в величине соотношений между этими показателями нет единства. В зарубежной практике действует общее эмпирическое правило, которое заключается в том, что для обеспечения качества регрессионного моделирования исследователь должен иметь соотношение между параметрами модели и зависимой переменной как 4:1 или больше. При этом в своей работе, исследующей размеры выборки в факторном анализе, ученые Robert C. MacCallum, Keith F. Widaman, Kristopher J. Preacher, Sehee Hong утверждают, что в неоднородных совокупностях к объему выборки предъявляются более жесткие требования: численность отобранных объектов должна быть в 20 раз больше, чем количество факторов в модели [9].

Отечественные ученые считают, что минимальное количество аналогов должно в 5–8 раз превышать количество факторных признаков [10, 11]. На практике же при регрессионном моделировании чаще всего порог по объектам-аналогам устанавливается как двукратное увеличение числа предикторов (ценообразующих факторов) плюс один: $n = 2(m + 1)$, следовательно, на каждый коэффициент регрессии должно приходиться по два аналога [12].

Общеизвестно, что больший объем выборки сокращает ее статистическую ошибку, а значит и обеспечивает большую репрезентативность за счет более полного охвата совокупности. Заметим, что не всегда подбор на рынке недвижимости большего количества аналогов обеспечивает репрезентативность такой выборки, т.к. для целей моделирования рыночной стоимости важно не столько количество, сколько наличие достоверных связей между ценовыми и неценовыми характеристиками аналогов и их рыночных цен.

Особо остро в России необходимость достижения репрезентативности рыночной информации стоит перед кадастровыми оценщиками, которые следуя Методическим указаниям должны обеспечить достаточность и репрезентативность информации о ценах предложений в сегменте рынка объектов недвижимости, в том числе с помощью дополнительного сбора и обработки рыночной информации в соответствующем сегменте рынка объектов недвижимости [13]. Однако в этом документе не обозначаются формулировки, требования или критерии признания совокупности репрезентативной, что делает этот этап моделирования вариabельным.

Таким образом, можно утверждать, что сложившаяся практика количественного подхода к отбору объектов для моделирования рынка недвижимости нуждается в уточнении, позволяющем обеспечить не только достаточность, но и репрезентативность выборки и, как следствие, установления достоверного вклада каждого из ценообразующих факторов в формирование стоимости недвижимости.

1. Подходы к достижению репрезентативности выборочной совокупности недвижимости

Свойство выборочной совокупности корректно отражать особенности и характеристики генеральной совокупности принято считать репрезентативностью. Для обеспечения качества (репрезентативности) выборки исследователи применяют следующие формальные критерии:

1. Различные способы отбора единиц. Случайная выборка зачастую является наиболее точной, т.к. все единицы генеральной совокупности имеют равные вероятности попадания в выборочную совокупность.

Целенаправленные выборки как правило имеют определённые квоты по серии важных характеристик.

2. Установление минимально необходимого объема отбора единиц. При небольшом объеме выборки включение каждой дополнительной единицы уменьшает ее среднюю ошибку, но с ростом в целом совокупности величина средней ошибки уменьшается все медленнее.

3. Присутствие всех важных характеристик в выборке. Проверка наличия у единиц выборочной совокупности всех градаций свойств или характеристик, присущих генеральной совокупности осуществляется с использованием статистических оценок.

Перечисленные технологии универсальны и могут быть реализованы в разных совокупностях, но особенно широко используются в социологических исследованиях [14]. Также находят применение методики расчета доверительных интервалов значений каких-либо показателей, получаемых в результате применения корреляционного, дисперсионного, регрессионного анализа или формулы Чебышева [15, 16]. Если же анализировать выборку, сформированную из предложений к продаже объектов рынка недвижимости, то С.В. Грибовский, Н.П. Баринов считают, что для обеспечения репрезентативности выборки следует использовать такие объекты, ценообразующие факторы которых в совокупности приблизительно имеют те же пропорции или те же частоты, с которыми они проявлялись во всей генеральной совокупности [17]. Отметим, что такой подход к достижению репрезентативности будет методологически обоснованным, но для его реализации требуется разработка соответствующего методического инструментария.

Теоретически обозначенные требования к обеспечению репрезентативности должен дать объективную представительность выборки, но практически рынок недвижимости не всегда однозначен, имеет специфические особенности, которые снижают качество информации. Перечислим некоторые из них:

– «фальшивые» предложения на продажу объектов, т.е. имеющие слишком низкую цену, с характеристиками, вызывающими повышенный спрос со стороны покупателей, с неправильной локацией в объявлении, а также несуществующие объекты;

– повторы предложений о продаже объектов, обусловленные длительностью срока экспозиции и наличием большого количества посредников на рынке недвижимости;

– отсутствие полной информации по объектам недвижимости в части цены и основных характеристик объектов недвижимости [18].

Как правило, формирование качественной репрезентативной выборки объектов недвижимости проводится опытным путем, а математическая проверка репрезентативности осуществляется на конечном этапе путем анализа результатов оценки объектов недвижимости. Так, неудовлетворительные результаты оценки косвенно свидетельствуют о том, что выводы не могут быть экстраполированы на генеральную совокупность и необходим повторный анализ наполненности и структуры выборки, по которой была построена модель [17]. Такой подход к подбору выборочной совокупности можно считать теоретически правильным и предполагающим поиск репрезентативности совокупности, но практически имеет ряд слабых мест, которые затрудняют его использование. Рассмотрим некоторые из них.

Рынок предложения земельных участков, предназначенных под индивидуальное жилищное строительство, противоречив, разорван, не всегда однозначен, а в небольших населенных пунктах – малоактивен [19]. Конъюнктура рынка недвижимости может отличаться от генеральной совокупности, что осложняет процесс формирования выборки, структурно близкой к генеральной совокупности. Например, в период экономической нестабильности из рынка «вымываются» дешевые объекты, а остаются либо низколиквидные, либо имеющие завышенную стоимость. Также можно упомянуть малоактивные рынки недвижимости в депрессивных районах, когда ограниченное предложение не соответствует структуре генеральной совокупности [20].

Особый интерес вызывает учет вариативности ценообразующих факторов на рынке недвижимости на репрезентативность выборки объектов недвижимости. Если к дискретным градациям вопросов не возникает, т.к. достаточно в выборку включать объекты, обладающие всеми градациями фактора, например, «присутствие газа на земельном участке», «газ подведен к границам земельного участка», «газ полностью отсутствует», то при анализе шкал с высоким уровнем измерения (интервальных), например, расстояние до административного центра, возникают трудности с установлением количества интервалов градации фактора. Для этих целей может быть использована формула Стерджесса, однако гипотеза о нормальном распределении значений таких фактора на рынке недвижимости не всегда находит подтверждение на практике, что ограничивает область ее применения. В разных источниках приводятся формулы,

соотношения, позволяющие определить оптимальное число интервалов, при этом все они опираются исключительно на объем выборки, что не позволяет обеспечить ее представительность относительно генеральной совокупности объектов недвижимости [21, 22]. Таким образом, технология формирования репрезентативной совокупности объектов недвижимости для целей моделирования остается недостаточно изученной и требует разработки соответствующей валидной методики.

2. Оценка возможностей достижения репрезентативности выборочной совокупности рынка земельных участков

Для расчета нужных пропорций и соотношений на рынке недвижимости, необходимых для формирования репрезентативной выборки введем ряд понятий и экономических инструментов, которые будут использованы при проведении исследования (табл. 1). Под репрезентативностью будем понимать

соразмерность структуры выборочной совокупности структуре генеральной совокупности. Теоретически идеальную представительность можно обеспечить благодаря полной адекватности обеих структур, но практически могут возникнуть затруднительно, обусловленные особенностями пространственного развития городов, рынком недвижимости, неточностью или недостоверностью информации и т.д.

Стоит отметить, что структура генеральной совокупности объектов жилой недвижимости в каждом муниципальном образовании по интервальному

Таблица 1

Экономические показатели определения минимальной репрезентативной выборочной совокупности с использованием метода радиальных кругов

Table 1

Economic indicators of determining the minimum representative sample using the method of radial circles

Наименование показателя	Формула расчёта	Содержание
Объем генеральной совокупности	$N = \sum N_i$, где N_i – совокупность объектов недвижимости, право собственности на которые зарегистрировано в ЕГРН, находящемся i -том расстоянии от административного центра города	Общее количество объектов недвижимости, относимых к одному сегменту и находящиеся в границах города, право собственности на которые зарегистрировано в ЕГРН
Структурные показатели генеральной совокупности	$W_i = \frac{N_i}{N} \times 100$	Доля объектов, расположенных на i -том расстоянии от административного центра города
Квintили	В соответствующие пять групп объединяются объекты, попадающие в соответствующие радиальные круги, образованные на расстоянии до 20%, 20–40%, 40–60%, 60–80%, 80–100% от административного центра	
Квартили	В соответствующие четыре группы объединяются объекты, попадающие в соответствующие радиальные круги, образованные на расстоянии до 25%, 25–50%, 50–75%, 75–100% от административного центра	
Соотношение пропорциональности объектов по группам генеральной совокупности	$P_i = \frac{N_i}{N_{\min}}$, где N_{\min} – минимальное количество объектов недвижимости по N_i группам	Информирует о соотношении между группами объектов недвижимости, а также о плотности их распределения по территории города
Объем выборочной совокупности	$n = \sum n_i$, где n_i – совокупность рыночных объектов недвижимости, находящихся на i -том расстоянии от административного центра города	Общее количество предлагаемых к продаже (рыночных) объектов недвижимости, относимых к одному сегменту и находящихся в границах города
Структурные показатели выборочной совокупности	$w_i = \frac{n_i}{n} \times 100$	Доля рыночных объектов, расположенных на i -том расстоянии от административного центра города
Достаточность/дефицит в формировании минимальной репрезентативной выборочной совокупности	$\tilde{n}_i = n_i - P_i$	Достаточность (+) количество рыночных объектов превышает минимально необходимый объем в репрезентативной группе Дефицит (-) наоборот
Итоговый объем репрезентативной выборочной совокупности	$\tilde{n} = K \times \sum \tilde{n}_i$, где K – коэффициент увеличения репрезентативной совокупности; принимается с учетом количества предикторов в модели	Итоговый объем минимально необходимой репрезентативной выборки удовлетворяет требованиям представительности и достаточности выборочной совокупности
Общий вывод: репрезентативная выборка должна быть кратна показателю минимальной репрезентативной выборочной совокупности $\sum \tilde{n}_i$, при этом число кратности K возрастает при увеличении количества факторов, включаемых в оценочную модель.		

Источник: составлено автором

Source: compiled by the author

ценообразующему фактору различия, к примеру, значения фактора «расстояние до административного центра» обусловлены географическими и историческими особенностями развития, рельефом и экономикой города и т.д., поэтому могут иметь место структурные сдвиги. Продemonстрируем их влияние на репрезентативность выборочной совокупности объектов недвижимости. В качестве объектов исследования использованы предложения по продаже объектов недвижимости (земельных участков), размещенные на интернет-порталах, в типологически разных городских образованиях Краснодарского края: город Краснодар (региональный центр Кубани), город-курорт Горячий Ключ (имеет линейный тип планировочной структуры), город Армавир (имеет прямоугольный тип планировочной структуры).

Рассмотрим рынок предложений по продаже земельных участков, предназначенных под малоэтажное строительство в рассматриваемых городах за 2020 г (рис. 1, 2, 3). Для визуализации размещения объектов были использованы красные круги (земельные участки), которые распределены по карте города, исходя из локации, установленной после изучения содержания объявлений о продаже. В каждом исследуемом городе также были проведены радиальные круги, границы которых определялись после расчета показателей таблиц 1, 2.

Рынок земельных участков, предлагаемых к продаже в г. Краснодаре, обширный, разнообразный. В центре и на городских окраинах имеется достаточное количество объектов, что должно позволить обеспечить репрезентативность выборки.

Анализ рынка объектов недвижимости за 2020 г. в г. Горячий Ключ показал его ограниченность. Радиальные круги относительно центра города показывают недостаточность объектов в некоторых зонах, что негативно скажется на репрезентативности выборки.

Для Армавира характерна компактность планировки, поэтому объекты равномерно распределяются относительно центра города, что дает воз-



Рис. 1. Расположение земельных участков в границах г. Краснодара (красный сегмент – административный центр города, точки – предложения объектов к продаже) [23, 24]

Источник: составлено автором

Fig.1. Location of land plots within the city of Krasnodar (red segment - the administrative center of the city, points - offers of objects for sale) [23, 24]

Source: compiled by the author



Рис. 2. Расположение земельных участков в границах г. Горячий Ключ [23, 24]

Fig. 2. Location of land plots within the city of Goryachy Klyuch [23, 24]

Source: compiled by the author



Рис. 3. Расположение земельных участков в границах г. Армавира [23, 24]

Источник: составлено автором

Fig. 3. Location of land plots within the city of Armavir [23, 24]

Source: compiled by the author

Анализ генеральной и выборочной совокупности

Table 2

Analysis of the population and sample

Показатели	Квнтили (разделение ранжированной совокупности по 20% группам)					Квртили (разделение ранжированной совокупности по 25% группам)			
	Kv1	Kv2	Kv3	Kv4	Kv5	Q1	Q2	Q3	Q4
Краснодар									
Объем генеральной совокупности [25]	15579	20611	14168	19018	1950	22575	19620	22863	6268
Структура генеральной совокупности	21,8	28,9	19,9	26,7	2,7	31,7	27,5	32,1	8,8
Соотношение пропорциональности объектов по группам генеральной совокупности	8	11	7	10	1	4	3	4	1
Объем выборочной совокупности [24]	274	442	689	281	13	418	657	573	51
Структура выборочной совокупности	16,1	26,8	40,6	16,5	0,8	24,6	38,7	33,7	3,0
Достаточность (+), дефицит (-) объектов в формировании минимальной репрезентативной выборочной совокупности	266	431	682	271	12	414	654	569	50
Вывод	Репрезентативность выборки может быть обеспечена					Репрезентативность выборки может быть обеспечена			
Горячий Ключ									
Объем генеральной совокупности [25]	2114	2812	2997	747	7	2835	3709	2126	7
Структура генеральной совокупности	24,4	32,4	34,5	8,6	0,1	32,7	42,7	24,5	0,1
Соотношение пропорциональности объектов по группам генеральной совокупности	302	402	428	107	1	405	530	304	1
Объем выборочной совокупности [24]	36	56	50	17	1	52	72	34	2
Структура выборочной совокупности	22,5	35	31,3	10,6	0,6	32,5	45	21,3	1,2
Достаточность (+), дефицит (-) объектов в формировании минимальной репрезентативной выборочной совокупности	-266	-346	-378	-90	0	-4002	-458	-270	1
Вывод	Репрезентативность выборки не может быть обеспечена					Репрезентативность выборки не может быть обеспечена			
Армавир									
Объем генеральной совокупности [25]	3437	9508	5916	1368	150	5060	11260	3810	249
Структура генеральной совокупности	16,9	46,7	29,0	6,7	0,7	24,8	55,3	18,7	1,2
Соотношение пропорциональности объектов по группам генеральной совокупности	23	63	39	9	1	20	45	15	1
Объем выборочной совокупности [24]	40	42	24	17	3	50	52	19	5
Структура выборочной совокупности	31,7	33,3	19,0	13,5	2,4	39,7	41,3	15,1	4,0
Достаточность (+), дефицит (-) объектов в формировании минимальной репрезентативной выборочной совокупности	17	-21	-15	8	2	30	7	4	4
Вывод	Репрезентативность выборки не может быть обеспечена					Репрезентативность выборки может быть обеспечена			

Источник: составлено автором [по данным 23, 24, 25]

Source: compiled by the author [based on data 23, 24, 25]

возможность подобрать предложения объектов для построения регрессионной модели.

На примере трех городов Краснодарского края сформируем выборочные совокупности и изучим их особенности (табл. 2).

В г. Краснодаре репрезентативная выборка может быть сформирована как при 20%, так и 25% радиальных кругах. Минимально необходимый объем репрезентативной выборки при этом составит 37 объектов и 12 объектов соответственно. Естественно, что во втором случае моделиро-

вание не представляется возможным при регрессионном моделировании, в котором используется пять предиктов, поэтому может быть коэффициент кратности, равный 2. Объем репрезентативной совокупности увеличивается до 24 объектов, которые будут распределены между радиальными кругами как 8; 6; 8; 2 объектов соответственно (начиная с центрального ядра города и заканчивая крайним радиальным кругом).

В г. Горячий Ключ генеральная совокупность объектов недвижимости распре-

делена неравномерно, так в группы Kv5 и Q4 (удаленность от центра свыше 4400 м и 4100 м) попадает 0,1% от всего количества объектов, зарегистрированных ЕГРН. Такая специфика обусловлена пространственным распределением земельных участков на территории г. Горячий Ключ. Следовательно, объем репрезентативной выборки должен составлять 1240 объектов, в то время как рынок недвижимости является малоактивным и за 2020 г. было всего 160 объявлений о продаже земельных участков, предназначенных

под индивидуальную застройку. Поскольку малая доля не окажет существенного влияния на выявление ценообразующих факторов на рынке недвижимости, появляется необходимость в присоединении малой группы к соседней группе объектов.

В г. Армавир также имеются 150 объектов недвижимости, которые расположены на расстоянии свыше 5800 метров от центра города, доля которых составляет 0,7%, что повышает требования к количеству объектов в оставшихся группах, что не позволяет создать репрезентативную выборку. В то же время разделение совокупности на кварталы увеличивает долю крайнего радиального круга до 1,2%, что позволит сформировать репрезентативную выборку из 81 объекта недвижимости.

Заключение

Реализация метода радиальных кругов позволила сформировать репрезентативные выборки, при этом у каждого рынка недвижимости были выявлены свои особенности и ограничения, которые свидетельствуют о необходимости индивидуального подхода в отборе представительных объектов для случаев малоактивного рынка. Подводя итог рассмотрению проблемы обеспечения репрезентативности при формировании адекватных ценообразующих моделей обо-

значим и отдельно подчеркнем ряд важных моментов.

1. Рынок недвижимости имеет много «шумов», что требует его предварительной обработки и санации на предмет неадекватной цены объектов, фальшивости предложения и т.д.

2. Пространственное и планировочное развитие города, его размеры отражается на рынке недвижимости. В города линейного типа сложнее сформировать репрезентативную выборку, чем в городах, имеющих компактную структуру. Также в крупных городах рынок недвижимости активнее, больше предложений на продажу, а значит, легче процесс обеспечения репрезентативности выборки.

3. Использование на практике метода формирования репрезентативной выборки объектов недвижимости опытным путем с дальнейшей ее математической проверкой на основе результатов оценки объектов недвижимости является громоздким и мало связанным с репрезентативностью, а основной упор сделан на подбор «подходящих» объектов. В силу этого для обеспечения репрезентативности выборки целесообразнее проводить следующие аналитические действия при реализации метода радиальных кругов:

– исследование распределения генеральной совокупности и выборочной совокупности по ценообразующему фактору;

– анализ структуры распределения объектов генеральной и выборочной совокупности в разбивке по 20% и 25% радиальным кругам;

– анализ достаточности объектов выборочной совокупности в разбивке по 20% и 25% радиальным кругам;

– присоединение объектов из радиального круга к соседнему в случае, если его структурная доля в генеральной совокупности не превышает 0,1%.

4. Качественная репрезентативная выборка может быть сформирована при выполнении следующих условий:

$$\begin{cases} \tilde{n} > 2*(m+1) \\ \tilde{n}_i > 0 \\ W_i > 1, \end{cases}$$

где

\tilde{n} – итоговый объем репрезентативной выборочной совокупности;

m – количество предиктов в модели рыночной стоимости недвижимости;

\tilde{n}_i – достаточность/дефицит объектов в формировании минимальной репрезентативной выборочной совокупности;

W_i – доля i -той группы в генеральной совокупности.

5. Требования к структуре выборочной совокупности во времени подлежат пересмотру в связи с изменениями в генеральной совокупности, к примеру, смена назначения земельных участков, их объединение или раздел на самостоятельные участки и т.п.

Литература

1. Анисимова И.Н., Баринев Н.П., Грибовский С.В. Учет разнотипных ценообразующих факторов в многомерных моделях оценки недвижимости // Вопросы оценки. 2004. № 2. С. 2–15.

2. Санина Л.В., Шерстянкина Н.П., Берген Д.Н., Дашкевич П.М. Моделирование стоимости квартир на региональном рынке жилой недвижимости (на примере Иркутской области) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. Т. 7. № 3(22). С. 27–41. DOI: 10.21285/2227-2917-2017-3-27-41.

3. Fallis G. Housing Economics. Toronto: Butterworth, 1985. 250 с.

4. Basu S., Thibodeau T. G. Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices // Journal of Real Estate Finance and Economics. 1998. № 17. С. 61–85.

5. Isaac F. Megbolugbe Econometric Analysis of Housing Trait Prices in a Third World City // The Journal of Regional Science. 1986. Т. 26. № 3. С. 533–547.

6. Ярушкина Н.А. Моделирование динамики рынка недвижимости // Жилищное строительство. 2006. № 12. С. 5–6.

7. Стерник С.Г. Методология дискретного пространственно-параметрического моделирования рынков недвижимости // Прикладная математика и вопросы управления. 2020. № 4. С. 155–185. DOI 10.15593/2499-9873/2020.4.10.

8. Сидоренко О.А. Основные направления экономико-математического моделирования рынка жилой недвижимости // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 3. С. 153–158.

9. Robert C. MacCallum, Keith F. Widaman, Kristopher J. Preacher, Sehee Hong Sample Size in Factor Analysis: The Role of Model Error // *Multivariate Behavioral Research*. 2001. Т. 36. № 4. С. 611–637. DOI: 10.1207/S15327906MBR3604_06.

10. Агалаков С.А. Эконометрическое моделирование кадастровой стоимости земельных участков в Омской области // Вестник Омского университета. 2015. № 1(75). С. 13–15.

11. Бердникова В.Н., Осенняя А.В., Хахук Б.А. Построение качественной модели оценки кадастровой стоимости недвижимости // Экономика и математические методы. 2021. Т. 57. № 2. С. 73–84. DOI 10.31857/S042473880014895-3.

12. Гладких Н.И., Кузнецова В.В. Определение необходимого количества аналогов при заданном числе ценообразующих факторов для целей оценки недвижимости методами корреляционно-регрессионного анализа // Имущественные отношения в РФ. 2016. № 6 (177). С. 75–84.

13. Приказ Минэкономразвития России от 12.05.2017 № 226 «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке».

14. Адлер Ю.П. Репрезентативна ли ваша выборка? // Контроль качества продукции. 2016. № 5. С. 39–43.

15. Дмитриев Я. В. Определение ошибки репрезентативности и требуемых объемов выборки при расчете значений основных показателей корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа с использованием формулы

Чебышева // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Приборостроение и информационные технологии. 2014. № 53. С. 94–100.

16. Искра В.В., Искра Н.А., Татур М.М. Влияние статистических характеристик обучающей выборки на её репрезентативность // Искусственный интеллект. 2013. № 4. С. 325–332.

17. Грибовский С.В., Баринов Н.П. Оценка недвижимости для налогообложения // Имущественные отношения в РФ. 2006. № 5 (56). С. 96–106.

18. Смирнов Р.М., Гарина И.О. Статистические методы анализа данных // Молодежный научно-технический вестник. 2015. № 2. С. 11.

19. Шабалина О. Н. Особенности признания рынка активным или неактивным. Классификация рынков по уровню активности // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2018. № 11(206). С. 65–82.

20. Бедин Б.М. Кошман В.Н., Хомкалов Г.В. Массовая оценка рыночной стоимости жилой недвижимости в многофункциональном городе: теория и практика. Иркутск: БГУЭП, 2006. 123 с.

21. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. М.: Мир, 1970. 368 с.

22. Таушанов З., Тонева Е., Пенова Р. Вычисление энтропийного коэффициента при малых выборках // Изобретательство, стандартизация и качество. 1973. № 5. С. 48–52.

23. Картографические данные Яндекс.Карты [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/?ll=39.782117%2C45.029056&z=9.2>.

24. Специализированные интернет-порталы по рынкам недвижимости [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.avito.ru>, <https://ruads.org>.

25. Справочная информация об объектах недвижимости в режиме online [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.gov.ru/wps/portal/online_request.

References

1. Anisimova I.N., Barinov N.P., Gribovskiy S.V. Accounting for different types of pricing factors in multidimensional models of real estate appraisal. *Voprosy otsenki = Evaluation Issues*. 2004; 2: 2-15. (In Russ.)

2. Sanina L.V., Sherstyankina N.P., Bergen D.N., Dashkevich P.M. Modeling the cost of apartments in the regional residential real estate market (on the example of the Irkutsk region). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of universities. Investments. Construction. Real estate*. 2017; 7; 3(22): 27-41. DOI: 10.21285/2227-2917-2017-3-27-41. (In Russ.)

3. Fallis G. *Housing Economics*. Toronto: Butterworth; 1985. 250 p.

4. Basu S., Thibodeau T. G. Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 1998; 17: 61-85.

5. Isaac F. Megbolugbe *Econometric Analysis of Housing Trait Prices in a Third World City*. *The Journal of Regional Science*. 1986; 26; 3: 533-547.

6. Yarushkina N.A. Modeling the dynamics of the real estate market. *Zhilishchnoye stroitel'stvo = Housing construction*. 2006; 12: 5-6. (In Russ.)

7. Sternik S.G. Methodology of discrete spatial-parametric modeling of real estate markets. *Prikladnaya matematika i voprosy upravleniya = Applied Mathematics and Management Issues*. 2020; 4: 155-185. DOI 10.15593/2499-9873/2020.4.10. (In Russ.)

8. Sidorenko O.A. The main directions of economic and mathematical modeling of the residential real estate market. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO = Economics, statistics and informatics. Bulletin of UMO.* 2013; 3: 153-158. (In Russ.)
9. Robert C. MacCallum, Keith F. Widaman, Kristopher J. Preacher, Sehee Hong Sample Size in Factor Analysis: The Role of Model Error. *Multivariate Behavioral Research.* 2001; 36; 4: 611-637. DOI: 10.1207/S15327906MBR3604_06.
10. Agalakov S.A. Econometric modeling of the cadastral value of land plots in the Omsk region. *Vestnik Omskogo universiteta = Bulletin of Omsk University.* 2015; 1(75): 13-15. (In Russ.)
11. Berdnikova V.N., Osennaya A.V., Khakhuk B.A. Construction of a qualitative model for assessing the cadastral value of real estate. *Ekonomika i matematicheskiye metody = Economics and Mathematical Methods.* 2021; 57; 2: 73-84. DOI 10.31857/S042473880014895-3. (In Russ.)
12. Gladkikh N.I., Kuznetsova V.V. Determination of the required number of analogs for a given number of pricing factors for the purpose of real estate appraisal using the methods of correlation-regression analysis. *Imushchestvennyye otnosheniya v RF = Property relations in the Russian Federation.* 2016; 6(177): 75-84. (In Russ.)
13. Prikaz Minekonomrazvitiya Rossii ot 12.05.2017 № 226 «Ob utverzhdenii metodicheskikh ukazaniy o gosudarstvennoy kadaastrovoy otsenke» = Order of the Ministry of Economic Development of Russia dated 12.05.2017 No. 226 «On approval of guidelines on state cadastral valuation». (In Russ.)
14. Adler YU.P. Is your sample representative? *Kontrol' kachestva produktsii = Product quality control.* 2016; 5: 39-43. (In Russ.)
15. Dmitriyev YA. V. Determination of the error of representativeness and required sample sizes when calculating the values of the main indicators of correlation, variance and regression analysis using the Chebyshev formula. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta priborostroyeniya i informatiki. Seriya: Priborostroyeniye i informatsionnyye tekhnologii = Bulletin of the Moscow State University of Instrument Engineering and Informatics. Series: Instrument making and information technology.* 2014; 53: 94-100. (In Russ.)
16. Iskra V.V., Iskra N.A., Tatur M.M. Influence of statistical characteristics of the training sample on its representativeness. *Iskusstvennyy intellekt = Artificial Intelligence.* 2013; 4: 325-332. (In Russ.)
17. Gribovskiy S.V., Barinov N.P. Assessment of real estate for taxation. *Imushchestvennyye otnosheniya v RF = Property relations in the Russian Federation.* 2006; 5(56): 96-106. (In Russ.)
18. Smirnov R.M., Garina I.O. Statistical methods of data analysis. *Molodezhnyy nauchno-tekhnicheskiy vestnik = Youth Scientific and Technical Bulletin.* 2015; 2: 11. (In Russ.)
19. Shabalina O. N. Peculiarities of recognizing the market as active or inactive. Classification of markets by the level of activity. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii = Property relations in the Russian Federation.* 2018; 11(206): 65-82. (In Russ.)
20. Bedin B.M. Koshman V.N., Khomkalov G.V. Massovaya otsenka rynochnoy stoimosti zhiloy nedvizhimosti v mnogofunktional'nom gorode: teoriya i praktika = Mass appraisal of the market value of residential real estate in a multifunctional city: theory and practice. *Irkutsk: BSUEP; 2006.* 123 p. (In Russ.)
21. Shtorm R. *Teoriya veroyatnostey. Matematicheskaya statistika. Statisticheskiy kontrol' kachestva = Probability theory. Math statistics. Statistical quality control.* Moscow: Mir; 1970. 368 p. (In Russ.)
22. Taushanov Z., Toneva Ye., Penova R. Calculation of the entropy coefficient for small samples. *Izobretatel'stvo, standartizatsiya i kachestvo = Invention, standardization and quality.* 1973; 5: 48-52. (In Russ.)
23. Kartograficheskiye dannyye Yandeks.Karty = Map data Yandex.Maps [Internet]. Available from: <https://yandex.ru/maps/?ll=39.782117%2C45.029056&z=9.2>. (In Russ.)
24. Spetsializirovannyye internet-portaly po ryнкam nedvizhimosti = Specialized Internet portals for real estate markets [Internet]. Available from: <https://www.avito.ru>, <https://ruads.org>. (In Russ.)
25. Spravochnaya informatsiya ob ob'yektakh nedvizhimosti v rezhime online = Reference information about real estate objects online [Internet]. Available from: https://rosreestr.gov.ru/wps/portal/online_request. (In Russ.)

Сведения об авторе

Валентина Николаевна Бердникова

К.э.н., доцент кафедры технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Эл. почта: wkoshman@rambler.ru

Information about the author

Valentina N. Berdnikova

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Technology, Organization, Economics of Construction and Real Estate Management

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

E-mail: wkoshman@rambler.ru